

EDICT OF GOVERNMENT

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

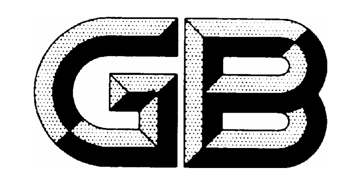
GB 5310 (2008) (Chinese): Seamless steel tubes and pipes for high pressure boiler



BLANK PAGE



ICS 77.140.75
H 48



中华人民共和国国家标准

GB 5310—××××
GB 5310—1995作废

高压锅炉用无缝钢管

Seamless steel tubes and pipes for high pressure boiler

（报批稿）

××××-××-××发布　　　　××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

前　　言

本标准参照 EN 10216-2:2002《压力用途的无缝钢管　交货技术条件　第 2 部分：规定高温性能的非合金钢和合金钢钢管》、EN 10216-5:2004《压力用途的无缝钢管　交货技术条件　第 5 部分：不锈钢管》及《ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅱ卷 A 篇 铁基材料》2004 版中的 SA-106《高温用碳素钢无缝钢管规范》、SA-192M《高压用碳素钢无缝锅炉管规范》、SA-209M《锅炉和过热器用碳钼合金钢无缝钢管规范》、SA-210M《锅炉和过热器用中碳钢无缝钢管规范》、SA-213M《锅炉、过热器和换热器用铁素体和奥氏体合金钢无缝钢管规范》和 SA-335M《高温用铁素体合金钢无缝钢管规范》修订。

自本标准实施之日起，GB 5310—1995《高压锅炉用无缝钢管》作废。本标准与 GB 5310—1995 相比，主要变化如下：

——增加了分类和代号；
——取消了尺寸规格表；
——增加了按最小壁厚或公称内径的尺寸交货方式；
——修改了钢管的尺寸允许偏差；
——删除了标记示例；
——增加了 10 个钢牌号，删除了 1 个钢牌号，修改了钢的化学成分；
——修改了钢的冶炼方法；
——修改了钢管的热处理制度；
——修改了钢管的力学性能；
——修改了钢管的压扁试验方法及要求；
——增加了钢管弯曲试验要求及其试验方法；
——修改了钢管的扩口试验要求；
——修改了钢管的非金属夹杂物、晶粒度、显微组织和脱碳层要求；
——增加了钢管的晶间腐蚀试验要求；
——修改了钢管的无损探伤检验验收等级；
——修改了钢管拉伸试验、冲击试验的试样要求；
——修改了钢管的高温力学性能。

本标准的附录 A 和附录 C 为资料性附录，附录 B 为规范性附录。

本标准中协议条款、推荐数据为非强制性条款，其余均为强制性条款。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：攀钢集团成都钢铁有限责任公司、冶金工业信息标准研究院、宝山钢铁股份有限公司、湖南衡阳钢管（集团）有限公司、上海发电设备成套设计研究院、西安热工研究院有限公司、苏州热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：李奇、成海涛、晏如、黄颖、许晴、陈绍林、吾之英、刘树涛、赵彦芬、郭元蓉、李志。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

GB 5310—1985、GB 5310—1995。

高压锅炉用无缝钢管

1　范围

本标准规定了高压锅炉用无缝钢管的分类、代号、尺寸、外形、重量、技术要求、试样、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于制造高压及其以上压力的蒸汽锅炉、管道用无缝钢管。

2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 222　钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.5　钢铁及合金化学分析方法　还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量

GB/T 223.10　钢铁及合金化学分析方法　铜铁试剂分离-铬天青 S 光度法测定铝含量

GB/T 223.11　钢铁及合金化学分析方法　过硫酸铵氧化容量法测定铬量

GB/T 223.12　钢铁及合金化学分析方法　碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量

GB/T 223.13　钢铁及合金化学分析方法　硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量

GB/T 223.14　钢铁及合金化学分析方法　钽试剂萃取光度法测定钒含量

GB/T 223.16　钢铁及合金化学分析方法　变色酸光度法测定钛量

GB/T 223.17　钢铁及合金化学分析方法　二安替比林甲烷光度法测定钛量

GB/T 223.18　钢铁及合金化学分析方法　硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量

GB/T 223.23　钢铁及合金化学分析方法　丁二酮肟分光光度法测定镍量

GB/T 223.24　钢铁及合金化学分析方法　萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量

GB/T 223.25　钢铁及合金化学分析方法　丁二酮肟重量法测定镍量

GB/T 223.26　钢铁及合金化学分析方法　硫氰酸盐直接光度法测定钼量

GB/T 223.27　钢铁及合金化学分析方法　硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量

GB/T 223.30　钢铁及合金化学分析方法　对-溴苦杏仁酸沉淀分离-偶氮胂III分光光度法测定锆量

GB/T 223.36　钢铁及合金化学分析方法　蒸馏分离-中和滴定法测定氮量

GB/T 223.37　钢铁及合金化学分析方法　蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量

GB/T 223.40　钢铁及合金　铌含量的测定　氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.43　钢铁及合金化学分析方法　钨量的测定

GB/T 223.53　钢铁及合金化学分析方法　火焰原子吸收分光光度法测定铜量

GB/T 223.54　钢铁及合金化学分析方法　火焰原子吸收分光光度法测定镍量

GB/T 223.58　钢铁及合金化学分析方法　亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量

GB/T 223.59　钢铁及合金化学分析方法　锑磷钼蓝光度法测定磷量

GB/T 223.60　钢铁及合金化学分析方法　高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.62　钢铁及合金化学分析方法　乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

GB/T 223.63　钢铁及合金化学分析方法　高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.64　钢铁及合金化学分析方法　火焰原子吸收光谱法测定锰量

GB/T 223.67　钢铁及合金化学分析方法　还原蒸馏-次甲基蓝光度法测定硫量

GB/T 223.68　钢铁及合金化学分析方法　管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

GB/T 223.69　钢铁及合金化学分析方法　管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量

GB/T 223.71　钢铁及合金化学分析方法　管式炉内燃烧后重量法测定碳含量

GB/T 223.72　钢铁及合金化学分析方法　氧化铝色层分离-硫酸钡重量法测定硫量

GB/T 223.76　钢铁及合金化学分析方法　火焰原子吸收光谱法测定钒量

GB/T 223.78　钢铁及合金化学分析方法　姜黄素直接光度法测定硼含量(GB/T 223.78—2000,ISO 10153:1997,IDT)

GB/T 224　钢的脱碳层深度测定法(GB/T 224—1987,eqv ISO 3887:1976)

GB/T 226　钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228　金属材料　室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002, eqv ISO 6892:1998)

GB/T 229　金属材料　夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)

GB/T 230.1　金属洛氏硬度试验　第 1 部分:试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、S 标尺）(GB/T 230.1—2004,ISO 6508-1:1999,MOD)

GB/T 231.1　金属布氏硬度试验　第 1 部分:试验方法(GB/T 231.1—2002, eqv ISO 6506-1:1999)

GB/T 232　金属材料　弯曲试验方法(GB/T 232—1999,eqv ISO 7438:1985)

GB/T 241　金属管　液压试验方法

GB/T 242　金属管　扩口试验方法(GB/T 242—2007,ISO 8493:1998,IDT)

GB/T 246　金属管　压扁试验方法(GB/T 246—2007,ISO 8492:1998,IDT)

GB/T 1979　结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T 2102　钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 2975　钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备(GB/T 2975—1998,eqv ISO 377：1997)

GB/T 4336　碳素钢和中低合金钢　火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

GB/T 4338　金属材料　高温拉伸试验(GB/T 4338—2006,ISO 783:1999,MOD)

GB/T 4340.1　金属维氏硬度试验　第 1 部分:试验方法(GB/T 4340.1—1999,eqv ISO 6507-1:1997)

GB/T 5777—1996　无缝钢管超声波探伤检验方法(eqv ISO 9303:1989)

GB/T 6394　金属平均晶粒度测定方法

GB/T 7735　钢管涡流探伤检验方法(GB/T 7735—2004,ISO 9304:1989,MOD)

GB/T 10561　钢中非金属夹杂物含量的测定　标准评级图显微检验法(GB/T 10561—2005,ISO 4967:1998,IDT)

GB/T 11170　不锈钢的光电发射光谱分析方法

GB/T 12606　钢管漏磁探伤方法(GB/T 12606—1999,eqv ISO 9402:1989、ISO 9598:1989)

GB/T 13298　金属显微组织检验方法

GB/T 17395　无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差(GB/T 17395—XXXX, ISO 1127:1992、ISO 4200:1991、ISO 5252:1991，NEQ)

GB/T 20066　钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法(GB/T 20066—2006,ISO 14284:1996,IDT)

GB/T 20123　钢铁　总碳硫含量的测定　高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）(GB/T 20123—2006,ISO 15350:2000,IDT)

GB/T 20124　钢铁　氮含量的测定　惰性气体熔融热导法（常规方法）(GB/T 20124—2006,ISO 15351:1999,IDT)

YB/T 4149　连铸圆管坯

YB/T 5137　高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

3 分类和代号

3.1 本标准的无缝钢管按产品制造方式分为两类，其类别和代号如下：

a) 热轧（挤压、扩）钢管，代号为 *W-H*；

b) 冷拔（轧）钢管，代号为*W-C*。

3.2 下列代号适用于本标准：

D 外径或公称外径

S 壁厚

S_{min} 最小壁厚

d 公称内径

Dc 计算外径

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容：

a) 标准编号；

b) 产品名称；

c) 钢的牌号；

d) 订购的数量（总重量或总长度）；

e) 尺寸规格；

f) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 除非合同中另有规定，钢管按公称外径和公称壁厚交货。根据需方要求，经供需双方协商，钢管可按公称外径和最小壁厚、公称内径和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

5.1.2 钢管的公称外径和壁厚应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应 GB/T 17395 规定以外尺寸的钢管。

当钢管按公称内径和公称壁厚交货时，其尺寸规格由供需双方协商确定。

注：如无特殊说明，本标准中所述“壁厚（S）”包括公称壁厚和最小壁厚，所述“外径（D）”包括公称外径和计算外径。

5.1.3 钢管按公称外径和公称壁厚交货时，其公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

钢管按公称外径和最小壁厚交货时，其公称外径的允许偏差应符合表 1 的规定，壁厚的允许偏差应符合表 2 的规定。

钢管按公称内径和公称壁厚交货时，其公称内径的允许偏差为±1.0%d，公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定

5.1.4 当需方未在合同中注明钢管尺寸允许偏差级别时，钢管外径和壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 1 和表 2 规定以外尺寸允许偏差的钢管，或其他内径允许偏差的钢管。

表 1　钢管公称外径和公称壁厚允许偏差　　单位为毫米

分类代号	制造方式	钢管尺寸			允许偏差	
					普通级	高级
W-H	热轧（挤压）钢管	公称外径（*D*）	≤54		±0.40	±0.30
			＞54～325	*S*≤35	±0.75%*D*	±0.5%*D*
				S＞35	±1%*D*	±0.75%*D*
			＞325		±1%*D*	±0.75%*D*
		公称壁厚（*S*）	≤4.0		±0.45	±0.35
			＞4.0～20		+12.5%*S* -10%*S*	±10%*S*
			＞20	D＜219	±10%*S*	±7.5%*S*
				D≥219	+12.5%*S* -10%*S*	±10%*S*
W-H	热扩钢管	公称外径（*D*）	全部		±1%*D*	±0.75%*D*
		公称壁厚（*S*）	全部		+20%*S* -10%*S*	+15%*S* -10%*S*
W-C	冷拔（轧）钢管	公称外径（*D*）	≤25.4		±0.15	—
			＞25.4～40		±0.20	—
			＞40～50		±0.25	—
			＞50～60		±0.30	—
			＞60		±0.5%*D*	—
		公称壁厚（*S*）	≤3.0		±0.3	±0.2
			＞3.0		±10%*S*	±7.5%*S*

表 2　钢管最小壁厚的允许偏差　　单位为毫米

分类代号	制造方式	壁厚范围	允许偏差	
			普通级	高级
W-H	热轧（挤压）钢管	S_{min}≤4.0	+0.90 0	+0.70 0
		S_{min}＞4.0	+25%S_{min} 0	+22%S_{min} 0
W-C	冷拔（轧）钢管	S_{min}≤3.0	+0.6 0	+0.4 0
		S_{min}＞3.0	+20%S_{min} 0	+15%S_{min} 0

5.2　长度

5.2.1　通常长度

钢管的通常长度为 4 000 mm～12 000 mm。

经供需双方协商，并在合同中注明，可交付长度大于 12 000 mm 或短于 4 000 mm 但不短于 3 000 mm 的钢管；长度短于 4 000 mm 但不短于 3 000 mm 的钢管，其数量应不超过该批钢管交货总数量的 5%。

5.2.2　定尺长度和倍尺长度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。钢管的定尺长度允许偏差为 $^{+15}_{0}$ mm。每个倍尺长度应按下述规定留出切口余量：

a）　*D*≤159 mm 时，切口余量为 5 mm～10 mm；

b）　*D*＞159 mm 时，切口余量为 10 mm～15 mm。

5.3　弯曲度

5.3.1　钢管的每米弯曲度应符合如下规定：

a)　S≤15 mm时，弯曲度不大于1.5 mm/m；

b)　S＞15 mm～30 mm时，弯曲度不大于2.0 mm/m；

c)　S＞30 mm时，弯曲度不大于3.0 mm/m。

5.3.2　D≥127 mm的钢管，其全长弯曲度应不大于钢管长度的0.10%。

5.3.3　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管的每米弯曲度和全长弯曲度可采用其他规定。

5.4　不圆度和壁厚不均

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的80%。

5.5　端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直，切口毛刺应予清除。

5.6　重量

5.6.1　交货重量

钢管按公称外径和公称壁厚或公称内径和公称壁厚交货时，钢管按实际重量交货，亦可按理论重量交货。

钢管按公称外径和最小壁厚交货时，钢管按实际重量交货；供需双方协商，并在合同中注明，钢管亦可按理论重量交货。

5.6.2　理论重量的计算

钢管理论重量的计算按GB/T 17395的规定（钢的密度按7.85 kg/dm^3），不锈（耐热）钢钢管的理论重量为按GB/T 17395规定计算理论重量的1.015倍。

按公称外径和最小壁厚交货钢管,应采用平均壁厚计算理论重量，其平均壁厚是按壁厚及其允许偏差计算出来的壁厚最大值与最小值的平均值；按公称内径和公称壁厚交货钢管,应采用计算外径计算理论重量，其计算外径是按公称内径和公称壁厚计算出来的外径值。

5.6.3　重量允许偏差

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定:

a)　单根钢管：±10%；

b)　每批最小为10 t的钢管：±7.5%。

6　技术要求

6.1　钢的牌号和化学成分

6.1.1　钢的牌号和化学成分（熔炼成分）应符合表3的规定。

附录A列出了表3规定钢牌号与其他相近钢牌号的对照，供参考。

6.1.2　钢中残余元素的含量应符合表4的规定。

表 3　钢的牌号和化学成分

钢类	序号	牌　号	化学成分（质量分数）[a]，%															
			C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	B	Ni	Al_{tot}	Cu	Nb	N	W	P	S
																	不大于	
优质碳素结构钢	1	20G	0.17～0.23	0.17～0.37	0.35～0.65	—	—	—	—	—	—	[b]	—	—	—	—	0.025	0.015
	2	20MnG	0.17～0.23	0.17～0.37	0.70～1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	3	25MnG	0.22～0.27	0.17～0.37	0.70～1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
合金结构钢	4	15MoG	0.12～0.20	0.17～0.37	0.40～0.80	—	0.25～0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	5	20MoG	0.15～0.25	0.17～0.37	0.40～0.80	—	0.44～0.65	—	—	—	—	—	—	—		—	0.025	0.015
	6	12CrMoG	0.08～0.15	0.17～0.37	0.40～0.70	0.40～0.70	0.40～0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	7	15CrMoG	0.12～0.18	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	0.40～0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	8	12Cr2MoG	0.08～0.15	≤0.50	0.40～0.60	2.00～2.50	0.90～1.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	9	12Cr1MoVG	0.08～0.15	0.17～0.37	0.40～0.70	0.90～1.20	0.25～0.35	0.15～0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.010
	10	12Cr2MoWVTiB	0.08～0.15	0.45～0.75	0.45～0.65	1.60～2.10	0.50～0.65	0.28～0.42	0.08～0.18	0.0020～0.0080	—	—	—	—	—	0.30～0.55	0.025	0.015
	11	07Cr2MoW2VNbB	0.04～0.10	≤0.50	0.10～0.60	1.90～2.60	0.05～0.30	0.20～0.30	—	0.0005～0.0060	—	≤0.030	—	0.02～0.08	≤0.030	1.45～1.75	0.025	0.010
	12	12Cr3MoVSiTiB	0.09～0.15	0.60～0.90	0.50～0.80	2.50～3.00	1.00～1.20	0.25～0.35	0.22～0.38	0.0050～0.0110	—	—	—	—	—	—	0.025	0.015
	13	15Ni1MnMoNbCu	0.10～0.17	0.25～0.50	0.80～1.20	—	0.25～0.50	—	—	—	1.00～1.30	≤0.050	0.50～0.80	0.015～0.045	≤0.020	—	0.025	0.015

表 3（续）

钢类	序号	牌　号	化学成分（质量分数）[a]，%															
			C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	B	Ni	Al_{tot}	Cu	Nb	N	W	P	S
																	不大于	
合金结构钢	14	10Cr9Mo1VNbN	0.08～0.12	0.20～0.50	0.30～0.60	8.00～9.50	0.85～1.05	0.18～0.25	—	—	≤0.40	≤0.020	—	0.06～0.10	0.030～0.070	—	0.020	0.010
	15	10Cr9MoW2VNbBN	0.07～0.13	≤0.50	0.30～0.60	8.50～9.50	0.30～0.60	0.15～0.25	—	0.0010～0.0060	≤0.40	≤0.020	—	0.04～0.09	0.030～0.070	1.50～2.00	0.020	0.010
	16	10Cr11MoW2VNbCu1BN	0.07～0.14	≤0.50	≤0.70	10.00～11.50	0.25～0.60	0.15～0.30	—	0.0005～0.0050	≤0.50	≤0.020	0.30～1.70	0.04～0.10	0.040～0.100	1.50～2.50	0.020	0.010
	17	11Cr9Mo1W1VNbBN	0.09～0.13	0.10～0.50	0.30～0.60	8.50～9.50	0.90～1.10	0.18～0.25	—	0.0003～0.0060	≤0.40	≤0.020	—	0.06～0.10	0.040～0.090	0.90～1.10	0.020	0.010
不锈（耐热）钢	18	07Cr19Ni10	0.04～0.10	≤0.75	≤2.00	18.00～20.00	—	—	—	—	8.00～11.00	—	—	—	—	—	0.030	0.015
	19	10Cr18Ni9NbCu3BN	0.07～0.13	≤0.30	≤1.00	17.00～19.00	—	—	—	0.0010～0.0100	7.50～10.50	0.003～0.030	2.50～3.50	0.30～0.60	0.050～0.120	—	0.030	0.010
	20	07Cr25Ni21NbN	0.04～0.10	≤0.75	≤2.00	24.00～26.00	—	—	—		19.00～22.00	—	—	0.20～0.60	0.150～0.350	—	0.030	0.015
	21	07Cr19Ni11Ti	0.04～0.10	≤0.75	≤2.00	17.00～20.00	—	—	4C～0.60		9.00～13.00	—	—	—	—	—	0.030	0.015
	22	07Cr18Ni11Nb	0.04～0.10	≤0.75	≤2.00	17.00～19.00	—	—	—	—	9.00～13.00	—	—	8C～1.10	—	—	0.030	0.015
	23	08Cr18Ni11NbFG	0.06～0.10	≤0.75	≤2.00	17.00～19.00	—	—	—	—	9.00～12.00	—	—	8C～1.10	—	—	0.030	0.015

注 1：Al_{tot} 指全铝含量。

注 2：牌号 08Cr18Ni11NbFG 中的“FG”表示细晶粒。

[a] 除非冶炼需要，未经需方同意，不允许在钢中有意添加本表中未提及的元素。制造厂应采取所有恰当的措施，以防止废钢和生产过程中所使用的其他材料把会削弱钢材力学性能及适用性的元素带入钢中。

[b] 20G 钢中 Al_{tot} 不大于 0.015%，不作交货要求，但应填入质量证明书中。

表 4　钢中残余元素含量

钢类	残余元素（质量分数），%						
	Cu	Cr	Ni	Mo	V[a]	Ti	Zr
	不大于						
优质碳素结构钢	0.20	0.25	0.25	0.15	0.08	—	—
合金结构钢	0.20	0.30	0.30	—	0.08	[b]	[b]
不锈（耐热）钢	0.25	—	—	—	—	—	—

[a] 15Ni1MnMoNbCu 的残余 V 含量应不超过 0.02%。
[b] 10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN、10Cr11MoW2VNbCu1BN 和 11Cr9Mo1W1VNbBN 的残余 Ti 含量应不超过 0.01%，残余 Zr 含量应不超过 0.01%。

6.1.3　成品钢管的化学成分允许偏差应符合表 5 的规定。成品化学成分的相关术语、定义和判定方法应符合 GB/T 222 的规定。

表 5　成品化学成分允许偏差

元素	规定的熔炼化学成分上限值	允许偏差，%	
		上偏差	下偏差
C	≤0.27	0. 01	0. 01
Si	≤0.37	0.02	0.02
	＞0.37～1.00	0.04	0.04
Mn	≤1.00	0.03	0.03
	＞1.00～2.00	0.04	0.04
P	≤0.025	0.005	—
S	≤0.015	0.005	—
Cr	≤1.00	0.05	0.05
	＞1.00～10.00	0.10	0.10
	＞10.00～15.00	0.15	0.15
	＞15.00～26.00	0.20	0.20
Mo	≤0.35	0.03	0.03
	＞0.35～1.20	0.04	0.04
V	≤0.10	0.01	—
	＞0.10～0.42	0.03	0.03
Ti	≤0.01	0	—
	＞0.01～0.38	0.01	0.01
Ni	≤1.00	0.03	0.03
	＞1.00～1.30	0.05	0.05
	＞1.30～10.00	0.10	0.10
	＞10.00～22.00	0.15	0.15
Nb	≤0.10	0.005	0.005
	＞0.10～1.10	0.05	0.05
W	≤1.00	0.04	0.04
	＞1.00～2.50	0.08	0.08
Cu	≤1.00	0.05	0.05
	＞1.00～3.50	0.10	0.10
Al	≤0.050	0.005	0.005
B	≤0.0050	0.0005	0.0001
	＞0.0050～0.0110	0.0010	0.0003
N	≤0.100	0.005	0.005
	＞0.100～0.350	0.010	0.010
Zr	≤0.01	0	—

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼并经真空精炼处理，或氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理，或电渣重熔法冶炼。

经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他较高要求的冶炼方法。需方指定某一种冶炼方法时，应在合同中注明。

6.2.2 管坯的制造方法及要求

管坯可采用连铸、模铸或热轧（锻）方法制造。

连铸管坯应符合 YB/T 4149 的规定，其中低倍组织缺陷中心裂纹、中间裂纹、皮下裂纹和皮下气泡的级别应分别不大于 1 级，也可采用经相关各方认可的其他更高质量要求；热轧（锻）管坯应符合 YB/T 5137 的规定；模铸管坯（钢锭）可参照热轧（锻）管坯的规定执行。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧（挤压、扩）或冷拔（轧）无缝方法制造。牌号为 08Cr18Ni11NbFG 的钢管应采用冷拔（轧）无缝方法制造。热扩钢管应是指坯料钢管经整体加热后扩制变形而成的更大口径的钢管。

6.3 交货状态

钢管应以热处理状态交货。钢管的热处理制度应符合表 6 的规定。

表 6 钢管的热处理制度

序号	牌号	热处理制度
1	20G[a]	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃。
2	20MnG[a]	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃。
3	25MnG[a]	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃。
4	15MoG[b]	正火：正火温度 890 ℃～950 ℃。
5	20MoG[b]	正火：正火温度 890 ℃～950 ℃。
6	12CrMoG[b]	正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃，回火温度 670 ℃～730 ℃。
7	15CrMoG[b]	正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃；回火温度 680 ℃～730 ℃。
8	12Cr2MoG[b]	*S*≤30 mm 的钢管正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃；回火温度 700 ℃～750 ℃。 *S*＞30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火：淬火温度不低于 900 ℃，回火温度 700 ℃～750 ℃；正火温度 900 ℃～960 ℃，回火温度 700 ℃～750 ℃，但正火后应进行快速冷却。
9	12Cr1MoVG[b]	*S*≤30 mm 的钢管正火加回火：正火温度 980 ℃～1 020 ℃，回火温度 720 ℃～760 ℃。 *S*＞30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火：淬火温度 950 ℃～990 ℃，回火温度 720 ℃～760 ℃；正火温度 980 ℃～1 020 ℃，回火温度 720 ℃～760 ℃，但正火后应进行快速冷却。
10	12Cr2MoWVTiB	正火加回火：正火温度 1 020 ℃～1 060 ℃；回火温度 760 ℃～790 ℃。
11	07Cr2MoW2VNbB	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃；回火温度 750 ℃～780 ℃。
12	12Cr3MoVSiTiB	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 090 ℃；回火温度 720 ℃～770 ℃。
13	15Ni1MnMoNbCu	*S*≤30 mm 的钢管正火加回火：正火温度 880 ℃～980 ℃；回火温度 610 ℃～680 ℃。 *S*＞30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火：淬火温度不低于 900 ℃，回火温度 610 ℃～680 ℃；正火温度 880 ℃～980 ℃，回火温度 610 ℃～680 ℃，但正火后应进行快速冷却。
14	10Cr9Mo1VNbN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃；回火温度 750 ℃～780 ℃。*S*＞70 mm 的钢管可淬火加回火，淬火温度不低于 1 040 ℃，回火温度 750 ℃～780 ℃。
15	10Cr9MoW2VNbBN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃；回火温度 760 ℃～790 ℃。*S*＞70 mm 的钢管可淬火加回火，淬火温度不低于 1 040 ℃，回火温度 760 ℃～790 ℃。

表 6（续）

序号	牌号	热处理制度
16	10Cr11MoW2VNbCu1BN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃；回火温度 760 ℃～790 ℃。*S*＞70 mm 的钢管可淬火加回火，淬火温度不低于 1 040 ℃，回火温度 760 ℃～790 ℃。
17	11Cr9Mo1W1VNbBN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃；回火温度 750 ℃～780 ℃。*S*＞70 mm 的钢管可淬火加回火，淬火温度不低于 1 040 ℃，回火温度 750 ℃～780 ℃。
18	07Cr19Ni10	固溶处理：固溶温度≥1 040 ℃，急冷。
19	10Cr18Ni9NbCu3BN	固溶处理：固溶温度≥1 100 ℃，急冷。
20	07Cr25Ni21NbN[c]	固溶处理：固溶温度≥1 100 ℃，急冷。
21	07Cr19Ni11Ti[c]	固溶处理：热轧（挤压、扩）钢管固溶温度≥1 050 ℃，冷拔（轧）钢管固溶温度≥1 100 ℃，急冷。
22	07Cr18Ni11Nb[c]	固溶处理：热轧（挤压、扩）钢管固溶温度≥1 050 ℃，冷拔（轧）钢管固溶温度≥1 100 ℃，急冷。
23	08Cr18Ni11NbFG	冷加工之前软化热处理：软化热处理温度应至少比固溶处理温度高 50 ℃；最终冷加工之后固溶处理：固溶温度≥1 180 ℃，急冷。

[a] 热轧（挤压、扩）钢管终轧温度在相变临界温度 A_{r3} 至表中规定温度上限的范围内，且钢管是经过空冷时，则应认为钢管是经过正火的。

[b] *D*≥457 mm 的热扩钢管，当钢管终轧温度在相变临界温度 A_{r3} 至表中规定温度上限的范围内，且钢管是经过空冷时，则应认为钢管是经过正火的；其余钢管在需方同意的情况下，并在合同中注明，可采用符合前述规定的在线正火。

[c] 根据需方要求，牌号为 07Cr25Ni21NbN、07Cr19Ni11Ti 和 07Cr18Ni11Nb 的钢管在固溶处理后可接着进行低于初始固溶处理温度的稳定化热处理，稳定化热处理的温度由供需双方协商。

6.4 力学性能

6.4.1 交货状态钢管的室温力学性能应符合表 7 的规定。*D*≥76mm，且 *S*≥14 mm 的钢管应做冲击试验。

表 7　钢管的力学性能

<table>
<tr><th rowspan="3">序号</th><th rowspan="3">牌　号</th><th colspan="4">拉伸性能</th><th colspan="2">冲击吸收能量 (KV_2)，J</th><th colspan="3">硬度</th></tr>
<tr><th rowspan="2">抗拉强度 R_m MPa</th><th rowspan="2">下屈服强度或规定非比例延伸强度 R_{eL} 或 $R_{p0.2}$ MPa</th><th colspan="2">断后伸长率 A %</th><th rowspan="2">纵向</th><th rowspan="2">横向</th><th rowspan="2">HBW</th><th rowspan="2">HV</th><th rowspan="2">HRC 或 HRB</th></tr>
<tr><th>纵向</th><th>横向</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="5">不　小　于</td><td colspan="3">不　大　于</td></tr>
<tr><td>1</td><td>20G</td><td>410～550</td><td>245</td><td>24</td><td>22</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20MnG</td><td>415～560</td><td>240</td><td>22</td><td>20</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3</td><td>25MnG</td><td>485～640</td><td>275</td><td>20</td><td>18</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>4</td><td>15MoG</td><td>450～600</td><td>270</td><td>22</td><td>20</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>5</td><td>20MoG</td><td>415～665</td><td>220</td><td>22</td><td>20</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>6</td><td>12CrMoG</td><td>410～560</td><td>205</td><td>21</td><td>19</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>7</td><td>15CrMoG</td><td>440～640</td><td>295</td><td>21</td><td>19</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>8</td><td>12Cr2MoG</td><td>450～600</td><td>280</td><td>22</td><td>20</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>9</td><td>12Cr1MoVG</td><td>470～640</td><td>255</td><td>21</td><td>19</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>10</td><td>12Cr2MoWVTiB</td><td>540～735</td><td>345</td><td>18</td><td>—</td><td>40</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>11</td><td>07Cr2MoW2VNbB</td><td>≥510</td><td>400</td><td>22</td><td>18</td><td>40</td><td>27</td><td>220</td><td>230</td><td>97HRB</td></tr>
<tr><td>12</td><td>12Cr3MoVSiTiB</td><td>610～805</td><td>440</td><td>16</td><td>—</td><td>40</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>13</td><td>15Ni1MnMoNbCu</td><td>620～780</td><td>440</td><td>19</td><td>17</td><td>40</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>14</td><td>10Cr9Mo1VNbN</td><td>≥585</td><td>415</td><td>20</td><td>16</td><td>40</td><td>27</td><td>250</td><td>265</td><td>25HRC</td></tr>
<tr><td>15</td><td>10Cr9MoW2VNbBN</td><td>≥620</td><td>440</td><td>20</td><td>16</td><td>40</td><td>27</td><td>250</td><td>265</td><td>25HRC</td></tr>
<tr><td>16</td><td>10Cr11MoW2VNbCu1BN</td><td>≥620</td><td>400</td><td>20</td><td>16</td><td>40</td><td>27</td><td>250</td><td>265</td><td>25HRC</td></tr>
<tr><td>17</td><td>11Cr9Mo1W1VNbBN</td><td>≥620</td><td>440</td><td>20</td><td>16</td><td>40</td><td>27</td><td>238</td><td>250</td><td>23HRC</td></tr>
<tr><td>18</td><td>07Cr19Ni10</td><td>≥515</td><td>205</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>192</td><td>200</td><td>90HRB</td></tr>
<tr><td>19</td><td>10Cr18Ni9NbCu3BN</td><td>≥590</td><td>235</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>219</td><td>230</td><td>95HRB</td></tr>
<tr><td>20</td><td>07Cr25Ni21NbN</td><td>≥655</td><td>295</td><td>30</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>256</td><td>—</td><td>100HRB</td></tr>
<tr><td>21</td><td>07Cr19Ni11Ti</td><td>≥515</td><td>205</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>192</td><td>200</td><td>90HRB</td></tr>
<tr><td>22</td><td>07Cr18Ni11Nb</td><td>≥520</td><td>205</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>192</td><td>200</td><td>90HRB</td></tr>
<tr><td>23</td><td>08Cr18Ni11NbFG</td><td>≥550</td><td>205</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>192</td><td>200</td><td>90HRB</td></tr>
</table>

6.4.2　表 7 中的冲击吸收能量为全尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值。当采用小尺寸冲击试样时，小尺寸试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应为全尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以表 8 中的递减系数。

表 8　小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

试样规格	试样尺寸（高度×宽度），mm	递减系数
标准试样	10×10	1.00
小试样	10×7.5	0.75
小试样	10×5	0.50

6.4.3　表 7 中规定了硬度值的钢管，其硬度试验应符合以下要求：

a)　S≥5.0 mm 的钢管，应做布氏硬度试验或洛氏硬度试验；

b)　S<5.0 mm 的钢管，应做洛氏硬度试验；

c) 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可做维氏硬度试验代替布氏硬度试验或洛氏硬度试验。当合同规定了钢管维氏硬度试验时，其值应符合表 7 的规定。

6.4.4 根据需方要求，经供需双方协商，表 7 中未做硬度要求的钢管可做硬度试验，其值由供需双方协商确定。

6.4.5 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明试验温度，供方可做钢管的高温规定非比例延伸强度（$R_{p0.2}$）试验。当合同规定了钢管高温规定非比例延伸强度试验时，其值应符合附录 B 的规定。

6.4.6 成品钢管的 100 000 h 持久强度推荐数据参见附录 C。

6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。液压试验压力按式（1）计算，最大试验压力为 20 MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于 10 s，钢管不允许出现渗漏现象。

$$P=2SR/D \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

P——试验压力，单位为兆帕（MPa），当P＜7 MPa时，修约到最接近的0.5 MPa，当P≥7 MPa时，修约到最接近的1 MPa；

S——钢管壁厚，单位为毫米（mm）；

D——钢管公称外径或计算外径，单位为毫米（mm）；

R——允许应力，优质碳素结构钢和合金结构钢为表 7 规定屈服强度的 80%，不锈钢和耐热钢为表 7 规定屈服强度的 70%，单位为兆帕（MPa）。

供方可用涡流探伤或漏磁探伤代替液压试验。涡流探伤时，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 B 的规定；漏磁探伤时，对比样管外表面纵向人工缺陷应符合 GB/T 12606 中验收等级 L2 的规定。

6.6 工艺性能

6.6.1 压扁试验

6.6.1.1 D＞22 mm～400 mm，且 S≤40 mm 的钢管应做压扁试验。

6.6.1.2 压扁试验按以下两步进行：

a) 第一步是延性试验，将试样压至两平板间距离为 H。H 按式（2）计算。

$$H=\frac{(1+\alpha)S}{\alpha+S/D} \quad \cdots\cdots(2)$$

式中：

H——两平板间的距离，单位为毫米（mm）；

S——钢管壁厚，单位为毫米（mm）；

D——钢管公称外径或计算外径，单位为毫米（mm）；

α——单位长度变形系数，优质碳素结构钢和合金结构钢为 0.08，不锈（耐热）钢为 0.09；当 S/D＞0.1 时,优质碳素结构钢的 α 可减小 0.01。

试样压至两平板间距离为 H 时，试样上不允许存在裂缝或裂口。

b) 第二步是完整性试验（闭合压扁）。压扁继续进行，直到试样破裂或试样相对两壁相碰。在整个压扁试验期间，试样不允许出现目视可见的分层、白点、夹杂。

6.6.1.3 下述情况不能作为压扁试验合格与否的判定依据：

a) 试样表面缺陷引起的无金属光泽的裂缝或裂口；

b) 当 S/D＞0.1 时，试样 6 点钟（底）和 12 点钟（顶）位置处内表面的裂缝或裂口。

6.6.2 弯曲试验

D＞400 mm 或 *S*＞40 mm 的钢管应做弯曲试验。弯曲试验分别为正向弯曲（靠近钢管外表面的试样表面受拉变形）和反向弯曲（靠近钢管内表面的试样表面受拉变形）。

弯曲试验的弯芯直径为 25 mm，试样应在室温下弯曲 180°。

弯曲试验后，试样弯曲受拉表面及侧面不允许出现目视可见的裂缝或裂口。

6.6.3 扩口试验

根据需方要求，并在合同中注明，*D*≤76 mm 且 *S*≤8 mm 的钢管可做扩口试验。

扩口试验在室温下进行，顶芯锥度为 60°。扩口后试样的外径扩口率应符合表 9 的规定，扩口后试样不允许出现裂缝或裂口。

表 9 钢管外径扩口率

钢类	钢管外径扩口率，%		
	内径[a]/外径		
	≤0.6	＞0.6～0.8	＞0.8
优质碳素结构钢	10	12	17
合金结构钢	8	10	15
不锈（耐热）钢	12	15	20
[a] 内径为试样计算内径。计算内径是按公称外径和公称壁厚（当钢管按最小壁厚交货时为平均壁厚）计算出来的内径值。			

6.7 低倍检验

采用钢锭直接轧制的钢管应做低倍检验，钢管低倍检验横截面酸浸试片上不允许有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 非金属夹杂物

用钢锭和连铸圆管坯直接轧制的钢管应做非金属夹杂物检验，钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561 中的 A 法评级，其 A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5 级，DS 类夹杂物应不大于 2.5 级；A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗系级别总数应各不大于 6.5 级。

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，成品钢管的非金属夹杂物可要求更严级别。

6.9 晶粒度

成品钢管的晶粒度应符合表 10 的规定。

表 10 成品钢管的晶粒度

序号	钢类（钢的牌号）	晶粒度级别	两个试片上晶粒度最大级别与最小级别差
1	优质碳素结构钢和本表序号 2 所列牌号以外的合金结构钢	4～10 级	不超过 3 级
2	10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN、10Cr11MoW2VNbCu1BN 和 11Cr9Mo1W1VNbBN	≥4 级	不超过 3 级
3	07Cr19Ni10、07Cr25Ni21NbN、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb	4～7 级	—
4	10Cr18Ni9NbCu3BN、08Cr18Ni11NbFG	7～10 级	—

6.10 显微组织

优质碳素结构钢和合金结构钢成品钢管的显微组织应符合如下规定：

a) 优质碳素结构钢应为铁素体加珠光体；

b) 15MoG、20MoG、12CrMoG 和 15CrMoG 应为铁素体加珠光体，允许存在粒状贝氏体，不允许存在相变临界温度 A_{C1}～A_{C3} 之间的不完全相变产物（如黄块状组织）；

c) 12Cr2MoG 和 12Cr1MoVG 应为铁素体加粒状贝氏体或铁素体加珠光体或铁素体加粒状贝氏体加珠光体，允许存在索氏体，不允许存在相变临界温度 A_{C1}～A_{C3} 之间的不完全相变产物（如黄块状组织）；15Ni1MnMoNbCu 应为铁素体加贝氏体；

d) 12Cr2MoWVTiB、12Cr3MoVSiTiB 和 07Cr2MoW2VNbB 应为回火贝氏体，允许存在索氏体或回火马

氏体，不允许存在自由铁素体；

e） 10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN、10Cr11MoW2VNbCu1BN 和 11Cr9Mo1W1VNbBN 应为回火马氏体或回火索氏体。

6.11 脱碳层

D≤76 mm 的冷拔(轧)优质碳素结构钢和合金结构钢成品钢管应检验全脱碳层，其外表面全脱碳层深度应不大于 0.3 mm，内表面全脱碳层深度应不大于 0.4 mm，两者之和应不大于 0.6 mm。

6.12 晶间腐蚀试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，不锈（耐热）钢钢管可做晶间腐蚀试验，晶间腐蚀试验方法由供需双方协商确定。

6.13 表面质量

6.13.1 钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。这些缺陷应完全清除，缺陷清除深度应不超过壁厚的10%，缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

钢管内外表面上直道允许的深度应符合如下规定：

a） 冷拔（轧）钢管：不大于壁厚的 4%，且最大为 0.2 mm；

b） 热轧（挤压、扩）钢管：不大于壁厚的 5%，且最大为 0.4 mm。

不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.13.2 钢管内外表面的氧化铁皮应清除，但不妨碍检查的氧化薄层允许存在。

6.14 无损检验

钢管应按 GB/T 5777—1996 的规定逐根全长进行超声波探伤检验。超声波探伤检验对比样管纵向刻槽深度等级为 C5。当钢管壁厚与外径之比大于 0.2 时，除非合同中另有规定，钢管内壁人工缺陷深度按 GB/T 5777—1996 中附录 A 的 A.1 条规定执行。当钢管按最小壁厚交货时，对比样管刻槽深度按钢管平均壁厚计算。

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可增做其他无损检验。

7 试样

7.1 拉伸试验试样

D＜219 mm 的钢管，拉伸试验应沿钢管纵向取样。

D≥219 mm 的钢管，当钢管尺寸允许时，拉伸试验应沿钢管横向截取直径为 10 mm 的圆形横截面试样；当钢管尺寸不足以截取 10 mm 试样时，则应采用直径为 8 mm 或 5 mm 中可能的较大尺寸横向圆形横截面试样；当钢管尺寸不足以截取 5 mm 圆形横截面试样时，拉伸试验应沿钢管纵向取样。横向圆形横截面试样应取自未经压扁的管端。

7.2 冲击试验试样

D＜219 mm 的钢管，冲击试验沿钢管纵向或横向取样；如合同中无特殊规定，仲裁试样应沿钢管纵向截取。

D≥219 mm 的钢管，冲击试验应沿钢管横向取样。

无论沿钢管纵向截取还是沿钢管横向截取，冲击试样均应为标准尺寸、宽度 7.5 mm 或宽度 5 mm 中可能的较大尺寸试样。

7.3 弯曲试验试样

7.3.1 试样制备

弯曲试验的试样应沿钢管的一端横向截取，试样的制备应符合GB/T 232的规定。试样截取时，正向弯曲试样应尽量靠近外表面，反向弯曲试样应尽量靠近内表面。试样弯曲受拉变形表面不允许有明显伤痕和其他缺陷。

7.3.2 试样尺寸

试样加工后的截面尺寸为 12.5 mm×12.5 mm 或 25 mm×12.5 mm（宽度×厚度）；截面上的四个角应倒成圆角，圆角半径不大于 1.6 mm；试样长度不大于 150 mm。

8 检验和试验方法

8.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

8.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

8.3 钢管的其他检验应符合表 11 的规定。

表 11 钢管的检验项目、试验方法、取样方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 223 GB/T 4336 GB/T 11170 GB/T 20123 GB/T 20124	GB/T 20066	每炉取 1 个试样
2	室温拉伸试验	GB/T 228	GB/T 2975、7.1 条	每批在两根钢管上各取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 229	GB/T 2975、7.2 条	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样
4	硬度试验	GB/T 230.1 GB/T 231.1 GB/T 4340.1	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
5	高温拉伸试验	GB/T 4348	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
6	液压试验	GB/T 241	—	逐根
7	涡流探伤检验	GB/T 7735	—	逐根
8	漏磁探伤检验	GB/T 12606	—	逐根
9	压扁试验	GB/T 246	GB/T 246	每批在两根钢管上各取 1 个试样
10	弯曲试验	GB/T 232	GB/T 232、7.3 条	每批在两根钢管上各取一组 2 个试样
11	扩口试验	GB/T 242	GB/T 242	每批在两根钢管上各取 1 个试样
12	低倍检验	GB/T 226 GB/T 1979	GB/T 226	每炉在两根钢管上各取 1 个试样
13	非金属夹杂物	GB/T 10561	GB/T 10561	每炉在两根钢管上各取 1 个试样
14	晶粒度	GB/T 6394	GB/T 6394	每批在两根钢管上各取 1 个试样
15	显微组织	GB/T 13298	GB/T 13298	每批在两根钢管上各取 1 个试样
16	脱碳层	GB/T 224	GB/T 224	每批在两根钢管上各取 1 个试样
17	晶间腐蚀试验	供需双方协商	供需双方协商	每批在两根钢管上各取 1 组试样
18	超声波探伤检验	GB/T 5777—1996	—	逐根

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

9.2 组批规则

钢管的化学成分、低倍检验和非金属夹杂物检验可按熔炼炉检查和验收，钢管的其余检验项目应按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度（炉次）的钢管组成。每批钢管的数量应不超过如下规定：

a） $D\leqslant 76$ mm，且 $S\leqslant 3.0$ mm：400 根；

b） $D>351$ mm ：50 根；

c） 其他尺寸：200 根。

9.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 11 的规定。

9.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

10　包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附　录　A
（资料性附录）
相近钢牌号对照表

表A.1列出了本标准钢的牌号与其他相近牌号的对照，供参考。

表A.1　本标准规定钢牌号与其他相近钢牌号对照表

序号	本标准钢的牌号	其他相近的钢牌号			
		ISO	EN	ASME/ASTM	JIS
1	20G	PH26	P235GH	A-1、B	STB 410
2	20MnG	PH26	P235GH	A-1、B	STB 410
3	25MnG	PH29	P265GH	C	STB 510
4	15MoG	16Mo3	16Mo3	—	STBA 12
5	20MoG	—	—	T1a	STBA 13
6	12CrMoG	—	—	T2/P2	STBA 20
7	15CrMoG	13CrMo4-5	10CrMo5-5、13CrMo4-5	T12/P12	STBA 22
8	12Cr2MoG	10CrMo9-10	10CrMo9-10	T22/P22	STBA 24
9	12Cr1MoVG	—	—	—	—
10	12Cr2MoWVTiB	—	—	—	—
11	07Cr2MoW2VNbB	—	—	T23/P23	—
12	12Cr3MoVSiTiB	—	—	—	—
13	15Ni1MnMoNbCu	9NiMnMoNb5-4-4	15NiCuMoNb5-6-4	T36/P36	—
14	10Cr9Mo1VNbN	X10CrMoVNb9-1	X10CrMoVNb9-1	T91/P91	STBA 26
15	10Cr9MoW2VNbBN	—	—	T92/P92	—
16	10Cr11MoW2VNbCu1BN	—	—	T122/P122	—
17	11Cr9Mo1W1VNbBN	—	E911	T911/P911	—
18	07Cr19Ni10	X7CrNi18-9	X6CrNi18-10	TP304H	SUS 304H TB
19	10Cr18Ni9NbCu3BN	—	—	(S30432)	—
20	07Cr25Ni21NbN	—	—	TP310HNbN	—
21	07Cr19Ni11Ti	X7CrNiTi18-10	X6CrNiTi18-10	TP321H	SUS 321H TB
22	07Cr18Ni11Nb	X7CrNiNb18-10	X7CrNiNb18-10	TP347H	SUS 347H TB
23	08Cr18Ni11NbFG	—	—	TP347HFG	—

附　录　B
（规范性附录）
高温规定非比例延伸强度

表B.1列出了钢管的高温规定非比例延伸强度（$R_{p0.2}$），其要求仅当合同有规定时才适用。

表B.1　高温规定非比例延伸强度

序号	牌号	高温规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa 不小于										
		温度 ℃										
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1	20G	—	—	215	196	177	157	137	98	49	—	—
2	20MnG	219	214	208	197	183	175	168	156	151	—	—
3	25MnG	252	245	237	226	210	201	192	179	172	—	—
4	15MoG	—	—	225	205	180	170	160	155	150	—	—
5	20MoG	207	202	199	187	182	177	169	160	150	—	—
6	12CrMoG	193	187	181	175	170	165	159	150	140	—	—
7	15CrMoG	—	—	269	256	242	228	216	205	198	—	—
8	12Cr2MoG	192	188	186	185	185	185	185	181	173	159	—
9	12Cr1MoVG	—	—	—	—	230	225	219	211	201	187	—
10	12Cr2MoWVTiB	—	—	—	—	360	357	352	343	328	305	274
11	07Cr2MoW2VNbB	379	371	363	361	359	352	345	338	330	299	266
12	12Cr3MoVSiTiB	—	—	—	—	403	397	390	379	364	342	—
13	15Ni1MnMoNbCu	422	412	402	392	382	373	343	304	—	—	—
14	10Cr9Mo1VNbN	384	378	377	377	376	371	358	337	306	260	198
15	10Cr9MoW2VNbBN[a]	619	610	593	577	564	548	528	504	471	428	367
16	10Cr11MoW2VNbCu1BN[a]	618	603	586	574	562	550	533	511	478	433	371
17	11Cr9Mo1W1VNbBN	413	396	384	377	373	368	362	348	326	295	256
18	07Cr19Ni10	170	154	144	135	129	123	119	114	110	105	101
19	10Cr18Ni9NbCu3BN[a]	473	439	415	397	381	368	359	348	340	331	322
20	07Cr25Ni21NbN[a]	573	523	490	468	451	440	429	421	410	397	374
21	07Cr19Ni11Ti	184	171	160	150	142	136	132	128	126	123	122
22	07Cr18Ni11Nb	189	177	166	158	150	145	141	139	139	133	130
23	08Cr18Ni11NbFG	185	174	166	159	153	148	144	141	138	135	132

[a] 表中所列牌号10Cr9MoW2VNbBN、10Cr11MoW2VNbCu1BN、10Cr18Ni9NbCu3BN和07Cr25Ni21NbN的数据为材料在该温度下的抗拉强度。

附　录　C
（资料性附录）
100 000 h持久强度推荐数据

表C.1列出了钢管的100 000 h持久强度推荐数据。

表C.1　100 000 h持久强度推荐数据

序号	牌号	100 000 h持久强度推荐数据 MPa 不小于																														
		温度 ℃																														
		400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700
1	20G	128	116	104	93	83	74	65	58	51	45	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	20MnG	—	—	—	110	100	87	75	64	55	46	39	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	25MnG	—	—	—	120	103	88	75	64	55	46	39	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	15MoG	—	—	—	—	—	245	209	174	143	117	93	74	59	47	38	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	20MoG	—	—	—	—	—	—	—	—	145	124	105	85	71	59	50	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	12CrMoG	—	—	—	—	—	—	—	—	144	130	113	95	83	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	15CrMoG	—	—	—	—	—	—	—	—	—	168	145	124	106	91	75	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	12Cr2MoG	—	—	—	—	—	172	165	154	143	133	122	112	101	91	81	72	64	56	49	42	36	31	25	22	18	—	—	—	—	—	—
9	12Cr1MoVG	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	184	169	153	138	124	110	98	85	75	64	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	12Cr2MoWVTiB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	176	162	147	132	118	105	92	80	69	59	50	—	—	—	—	—	—
11	07Cr2MoW2VNbB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	184	171	158	145	134	122	111	101	90	80	69	58	43	28	14	—	—	—	—	—
12	12Cr3MoVSiTiB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	148	135	122	110	98	88	78	69	61	54	47	—	—	—	—	—	—
13	15Ni1MnMoNbCu	373	349	325	300	273	245	210	175	139	104	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	10Cr9Mo1VNbN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	166	153	140	128	116	103	93	83	73	63	53	44	—	—	—	—	—
15	10Cr9MoW2VNbBN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	171	160	146	132	119	106	93	82	71	61	—	—	—	—	—

表C.1（续）

序号	牌号	100 000h持久强度推荐数据 MPa 不小于																									
		温度 ℃																									
		500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750
16	10Cr11MoW2VNbCu1BN	—	—	—	—	—	—	157	143	128	114	101	89	76	66	55	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	11Cr9Mo1W1VNbBN	—	—	—	187	181	170	160	148	135	122	106	89	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	07Cr19Ni10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	88	81	74	68	63	57	52	47	44	40	37	34	31	28	26
19	10Cr18Ni9NbCu3BN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	137	131	124	117	107	97	87	79	71	64	57	50	45	39
20	07Cr25Ni21NbN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	151	142	129	116	103	94	85	76	69	62	56	51	46	—	—
21	07Cr19Ni11Ti	—	—	—	—	—	—	123	118	108	98	89	80	72	66	61	55	50	46	41	38	35	32	29	26	24	22
22	07Cr18Ni11Nb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	121	110	100	91	82	74	66	60	54	48	43	38	34	31	28
23	08Cr18Ni11NbFG	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	122	111	99	90	81	73	66	59	53	48	43	—	—